Münster 1935 No 236

Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen
Wilhelms-Universität, Münster / Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Über den Einfluß der Erdalkalichloride auf die Hefegärung.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der Hohen medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster / Westf.

vorgelegt von
LUISE NETTERSHEIM
(Zahnärztin)
aus Essen-Altenessen

1935

Dekan: Prof. Dr. Klinge

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.).

Über die Einwirkungen der Erdalkalisalze auf die Hefegärung liegen nur spärliche Angaben im Schriftum vor.

Keeser [1]) untersuchte das Gärvermögen einer untergärigen Brauereihefe bei schwach saurer und alkalischer Reaktion und machte die bemerkenswerte Feststellung, daß die Wirkung der Salze stark durch den Säuregrad beeinflußt wird. Die gleiche Konzentration Calciumchlorid und Magnesiumchlorid kann die Hefegärung anregen oder verschlechtern, je nach dem angewandten ^{P}H. Es war der Zweck der vorliegenden Arbeit, die Hefegärung unter der Einwirkung verschiedener äquimolarer Erdalkalichloride bei verschiedenem Milieu zu prüfen. Die Versuche wurden einmal in wässeriger Lösung ohne Pufferzusatz, dann in Acetatpufferlösung (m/50 Natriumacetat $^{P}H = 5{,}65$) und in Citratpufferlösung (m/50 Natriumcitrat, $^{P}H = 8{,}15$) angestellt. Die Konzentration der zu unseren Versuchen benutzten Glukose (Dextropur) betrug zumeist $10\,\%$, gleichfalls die Hefekonzentration. Das Gesamtflüssigkeitsvolumen war 25 ccm. Zu allen Versuchen, die zuerst vier Stunden bei Zimmertemperatur der Gärung überlassen wurden, wurde 5 ccm Phosphatpufferlösung ($^{P}H = 7{,}36$, m/25) und 5 ccm $30\,\%$ige Bleiacetatlösung, die einen Zusatz von $0{,}5\,\%$ Monobromessigsäure enthielt, zugesetzt, um die Gärung zu unterbrechen. Der direkte Versuch wurde der Gärung nicht überlassen und sofort mit Phosphatpufferlösung und Bleiacetatlösung versetzt. Der Phosphatzusatz ist notwendig, weil der Niederschlag von Hefe mit Bleiacetatlösung trübe durch das Filter läuft und auch durch wiederholtes Filtrieren nicht klar wird. Der Zusatz von Monobromessigsäure erfolgte, weil die Monobromessigsäure die Hefegärung sofort beseitigt, was durch Bleiacetat allein nicht der Fall ist. Durch Umsetzung von Phosphat mit Bleiacetat bildet sich Bleiphosphat, das die Hefe mit niederreißt. Der Niederschlag wird nach häufigem kräftigem Schütteln abfiltriert und das wasserklare Filtrat in einer 2 Dezimeter-Röhre polarisiert.

Die Hefe wurde entwender im Wasser, Acetat- oder Citratpufferlösung in einer Reibschale fein verrieben und die homogene Suspension mittels Pipette den Versuchen zugesetzt.

---

[1]) Keeser: Arch. f. exep. Path. u. Pharm. Band 160, S. 661, 1931.

Die Versuchsansätze hatten folgende Zusammensetzung:

10 ccm 25 %ige Glukoselösung
5 ccm Zusätze bzw. im Kontrollversuch 5 ccm Aqu. dest.
10 ccm Hefesuspension (2,5 g Hefe + 7,5 ccm Aqu. dest. bzw. Puffer).

Versuchsserie 1.

Bierhefe.

Es wurde eine untergärige Hefe von der Germania-Brauerei Münster (Westf.) verwendet. Der Einfluß der Erdalkalichloride auf dem Zuckerabbau wurde einmal in wässriger ungepufferter Lösung, ferner in Citratpufferlösung (m/50, $P_H = 8{,}15$) und in Acetatpufferlösung (m/50 $P_H = 5{,}65$) untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1—3 zusammgefaßt. Die a-Tabellen enthalten die abgelesenen Winkelgrade als Mittel von drei Ablesungen, die b-Tabellen den Zuckerabbau auf den Kontrollversuch = 100 bezogen.

Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, ist der Einfluß der Erdalkalien auf die Gärungsgröße stark vom Mileu abhängig. Die Unterschiede sind am größten in ungepufferter Lösung (Tabelle 1). Alle Erdakalien haben die Gärung angeregt, am stärksten Magnesium- und Bariumsalze, am schwächsten Strontiumchlorid. Die stärkste Förderung finden wir durch 1.10^{-2}_m Bariumchlorid. Die Gärung ist hier um 22 bzw. 18 % gefördert worden. Die Konzentration von 1.10^{-5}_m Bariumchlorid ist unwirksam. Bereits bei einer Konzentration von 1.10^{-4}_m Bariumchlorid tritt eine deutliche Förderung auf, die bei 1.10^{-2}_m ihr Maximum erreicht. Bei einer Konzentration von 1.10^{-1}_m ist die Gärung um 13 — 17 % gegenüber dem Kontrollversuch vermehrt. Magnesiumsalze fördern in allen Konzentrationen annährend gleich stark (+ 10 %). Für Calciumchlorid liegt das Optimum bei 1.10^{-3}_m (+ 10—12 %).

Auch in Acetatpufferlösung überwiegen die fördernden Einflüsse der Erdalkalisalze besonders in mittleren Konzentrationen. Bariumchlorid hemmt im Gegensatz zu ungepufferter Lösung in höheren Konzentrationen die Vergärung des Zuckers.

Fast unwirksam sind die Erdalkalisalze in Citratpufferlösung. Alle Werte liegen in der Nähe derer des Kontrollversuches. Auffällig ist, daß in Versuch 1 die höchste Calciumchlorid- und Strontiumchloridkonzentration unwirksam ist, in Versuch 2 dagegen eine Hemmung von ungefähr 10 % bewirkt hat.

Unsere Versuche zeigen, daß die Wirkungen der Erdalkalichloride auf die Hefegärung weitgehend vom Milieu abhängig sind. Den gleichen Befund erhob auch Keeser [1]), er fand bei einem P_H von 9,15 in Citratpufferlösung eine Hemmung der Gärung durch Magnesiumchlorid, bei einer Konzentration von m/1000, m/100 und m/10 Magnesiumchlorid, bei einem P_H von 6,67 dagegen nur bei m/1000 Magnesiumchlorid, und bei m/100 und m/10 Magnesiumchlorid eine Förderung. Ähnliche Verhältnisse stellte er auch für Calciumchlorid fest. Da Keeser [1]) mit untergäriger Hefe aus einer Rostocker Brauerei arbeitete und verschiedene Hefestämme auf das gleiche Gift nicht in derselben Weise ansprechen, können Keeser's Versuche nicht ohne weiteres mit den unserigen verglichen werden. Wir finden z. B. eine Förderung der Gärung durch Bariumsalze in ungepufferter Lösung, in Acetatpufferlösung dagegen eine Hemmung in höheren Konzentrationen.

---

[1]) Keeser: l. c.

Tabelle 1a.

Bierhefe + Aqu. dest.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	8,44				8,39			
Kontrolle	3,27				3,12			
1. 10^{-5}m	2,43	2,95	3,19	3,17	2,41	2,83	3,19	3,11
1. 10^{-4}m	2,45	3,03	3,25	2,83	2,43	3,08	3,33	2,83
1. 10^{-3}m	2,54	2,65	3,07	2,39	2,59	2,61	3,09	2,43
1. 10^{-2}m	2,45	2,84	2,93	2,15	2,44	2,86	2,90	2,16
1. 10^{-1}m	2,73	2,93	2,93	2,41	2,68	2,88	2,90	2,42

Tabelle 1b. Bierhefe + Aqu. dest.

Gärung: $^0/_0$ vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}m	116	106	102	102	113	106	99	100
1. 10^{-4}m	116	105	99	109	113	101	96	106
1. 10^{-3}m	114	112	104	117	110	110	101	113
1. 10^{-2}m	116	108	107	122	113	105	104	118
1. 10^{-1}m	111	107	107	117	109	105	104	113

Tabelle 2a.

Bierhefe + Acetatpuffer.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	8,43				8,40			
Kontrolle	2,26				2,60			
1. 10^{-5}_m	2,35	2,40	2,61	2,59	2,45	2,36	2,44	2,15
1. 10^{-4}_m	2,38	2,44	2,58	2,69	2,10	2,04	2,17	2,04
1. 10^{-3}_m	2,44	2,42	2,44	2,93	2,23	2,42	1,97	2,58
1. 10^{-2}_m	2,34	2,64	2,36	3,04	2,35	2,17	2,14	2,84
1. 10^{-1}_m	2,47	2,57	2,65	2,95	2,92	2,45	2,54	3,29

Tabelle 2b. Bierhefe + Acetatpuffer.

Gärung: $^0/_0$ vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}_m	105	104	100	101	103	104	103	108
1. 10^{-4}_m	104	101	101	99	109	110	108	110
1. 10^{-3}_m	103	105	103	95	106	103	111	100
1. 10^{-2}_m	105	100	105	93	104	108	108	96
1. 10^{-1}_m	103	101	100	96	95	103	101	88

Tabelle 3a.

Bierhefe + Citratpuffer.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	8,42				7,36			
Kontrolle	1,86				2,94			
1. 10^{-5}m	1,58	1,97	1,94	1,78	2,88	2,94	3,03	2,90
1. 10^{-4}m	1,66	1,66	1,91	1,63	2,91	2,92	3,01	2,98
1. 10^{-3}m	1,94	1,66	1,65	1,43	2,90	3,11	3,11	3,04
1. 10^{-2}m	1,89	1,92	1,82	1,69	2,94	3,17	3,15	3,57
1. 10^{-1}m	2,06	1,84	1,84	1,82	2,89	3,41	2,37	2,91

Tabelle 3b. Bierhefe + Citratpuffer.

Gärung: % vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}m	104	98	99	101	101	100	98	101
1. 10^{-4}m	103	103	99	103	101	100	98	99
1. 10^{-3}m	99	103	103	106	101	96	96	98
1. 10^{-2}m	99	99	101	103	100	95	96	97
1. 10^{-1}m	97	100	100	101	101	89	90	101

Versuchsserie II.

Bäckerhefe.

Die in analoger Weise mit Bäckerhefe ausgeführten Versuche (Tabelle 4—6) lassen erkennen, daß auch hier eine starke Abhängigkeit der Erdalkaliwirkung vom Säuregrad besteht. Die Unterschiede sind auch hier nicht groß. In den ungepufferten Versuchen (Tabelle 4) besteht zumeist eine leichte Förderung bis zu rund 10%. Gelegentlich auftretende Hemmungen sind unwesentlich. In Versuch 1 Tabelle 5 ist in Acetatpufferlösung keinerlei Einwirkung der Erdalkalisalze feststellbar, in Versuch 2 treten leichte Hemmungen auf. In Citratpufferlösung herrschen besonders bei Magnesiumchlorid fördernde Einflüsse vor. Calciumchlorid und Bariumchlorid fördern nur in höheren Konzentrationen, Strontiumchlorid ist unwirksam.

Tabelle 4a.

Bäckerhefe + Aqu. dest.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_4$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	6,90				7,29			
Kontrolle	2,94				3,29			
1. 10^{-5}m	2,84	2,92	3,16	2,88	3,49	3,32	3,05	3,14
1. 10^{-4}m	3,08	3,18	3,24	2,66	3,33	3,10	3,07	3,04
1. 10^{-3}m	2,60	3,14	3,17	2,68	3,06	3,10	3,20	3,12
1. 10^{-2}m	2,91	2,89	2,92	2,90	3,23	3,07	3,19	3,09
1. 10^{-1}m	2,89	3,11	2,88	2,97	3,08	3,10	3,06	3,09

Tabelle 4b. Bäckerhefe + Aqu. dest.

Gärung: % vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}m	105	103	97	104	95	99	106	104
1. 10^{-4}m	99	97	95	109	99	105	105	106
1. 10^{-3}m	111	98	103	109	106	105	102	104
1. 10^{-2}m	103	104	105	103	102	105	103	105
1. 10^{-1}m	104	98	104	102	105	105	106	105

Tabelle 5a.

Bäckerhefe + Acetatpuffer.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_4$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	6,90				6,82			
Kontrolle	0,96				2,13			
1. 10^{-5}_m	0,84	1,08	1,16	0,89	2,38	2,19	2,07	2,11
1. 10^{-4}_m	0,71	1,06	1,12	0,85	2,39	2,37	2,39	2,07
1. 10^{-3}_m	0,90	0,91	1,09	0,86	2,43	2,61	2,42	2,02
1. 10^{-2}_m	0,88	1,22	1,06	0,79	2,21	2,34	2,37	2,44
1. 10^{-1}_m	1,10	0,90	1,15	0.91	2,25	2,39	2,40	2,41

Tabelle 5b. Bäckerhefe + Acetatpuffer.

Gärung: % vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}_m	102	96	97	101	95	99	101	100
1. 10^{-4}_m	104	98	97	101	94	95	94	101
1. 10^{-3}_m	101	101	98	101	94	96	94	102
1. 10^{-2}_m	101	96	98	102	98	94	95	94
1. 10^{-1}_m	98	101	97	101	97	94	94	94

Tabelle 6a.

Bäckerhefe + Citratpuffer.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$
direkt	6,90				6,94			
Kontrolle	1,58				1,79			
1. 10^{-5}m	1,42	1,82	1,81	1,40	1,45	1,90	1,79	1,39
1. 10^{-4}m	1,46	1,89	1,57	1,57	1,12	1,86	1,58	1,58
1. 10^{-3}m	1,07	1,64	1,64	1,64	1,18	1,67	1,60	1,70
1. 10^{-2}m	1,44	1,39	1,60	1,35	1,49	1,36	1,64	1,33
1. 10^{-1}m	1,36	1,30	1,62	1,36	1,37	1,35	1,65	1.40

Tabelle 6b. Bäckerhefe + Citratpuffer.

Gärung: % vom Kontrollversuch.

1. 10^{-5}m	103	96	96	101	107	98	100	108
1. 10^{-4}m	102	95	100	96	113	99	104	104
1. 10^{-3}m	108	99	99	99	112	102	104	102
1. 10^{-2}m	103	104	100	104	106	108	103	107
1. 10^{-1}m	104	105	99	104	108	108	103	108

Zusammenfassung.

Der Einfluß der Erdalkalichloride auf die Hefegärung ist nur gering. Die Wirkung ist stark vom Milieu abhängig. Im allgemeinen überwiegen die fördernden Einflüsse. In ungepufferter Lösung steigern sämtliche Erdalkalichloride die Zuckergärung von Bierhefe bis zu über 15%. In Acetatpufferlösung sind die fördernden Einflüsse nur gering, und in Citratpufferlösung treten häufig geringfügige Hemmungen auf. Bäckerhefe verhält sich ähnlich, mit der Einschränkung, daß hier die Ausschläge noch geringer sind.

LEBENSLAUF.

Ich bin geboren am 7. September 1906 in Essen-Altenessen, besuchte von 1913—1923 das kath. Lyzeum in Hamborn und machte im März 1931 die Reifeprüfung als Externe an der Oberrealschule in Kassel. Im Sommer 1931 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Westf. Wilhelms-Universität in Münster und ging nach dem 3. Semester nach Hamburg, wo ich zwei Semester immatrikuliert war. Die beiden letzten Semester studierte ich wieder in Münster und bestand dort im November 1934 das zahnmedizinische Staatsexamen.